GT 2 – CASOS DE ENSINO

ANTES DE LIGAR AS MÁQUINAS: DECISÕES DE OPERAÇÕES NA IMPLANTAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE ESTOFADOS

BEFORE TURNING ON THE MACHINES: OPERATIONS DECISIONS IN ESTABLISHING AN UPHOLSTERED FURNITURE FACTORY

RESUMO

Este caso de ensino apresenta o dilema de Juarez, administrador que pretende implantar uma fábrica de estofados destinada a abastecer varejistas cujos clientes são sensíveis a preço, mas exigem durabilidade, acabamento e confiabilidade de entrega. No estudo de caso apresentado aos estudantes, eles recebem a informação que uma prefeitura municipal, oferece, em comodato, uma área de 8.400m², próxima a uma rodovia regional e dotada de infraestrutura básica para a instalação do empreendimento. A oportunidade reduz parte do investimento inicial, mas não elimina dúvidas sobre riscos climáticos e jurídicos, logística, capacidade de expansão e adequação da área ao fluxo industrial. O projeto envolve quatro produtos, produção para estoque, fluxos paralelos de materiais e uma relação preliminar de recursos. A decisão central dos estudantes consiste em definir uma configuração integrada do sistema produtivo, articulando localização, tipo de processo, arranjo físico, capacidade, sequenciamento, estoques, qualidade, segurança e digitalização. Elaborado para disciplinas da área de Produção e Operações, o caso busca desenvolver a capacidade de formular recomendações coerentes, trabalhar com informações incompletas, explicitar premissas e avaliar os efeitos cruzados das decisões tomadas antes do início da operação.

Palavras-chave: Administração da produção. Processo produtivo. Arranjo físico. Capacidade produtiva. Gestão de estoques.

ABSTRACT

This teaching case presents the dilemma faced by Juarez, a manager who intends to establish an upholstered furniture factory to supply retailers whose customers are price-sensitive but demand durability, quality finishing, and delivery reliability. In the case presented to students, they are informed that a municipal government is offering an 8,400 m² site under a loan-for-use agreement, located near a regional highway and equipped with basic infrastructure for the installation of the facility. This opportunity reduces part of the initial investment, but does not eliminate uncertainties regarding climate-related and legal risks, logistics, expansion capacity, and the suitability of the site for industrial flows. The project involves four products, make-to-stock production, parallel material flows, and a preliminary list of resources. The students' central task is to define an integrated configuration of the production system, articulating decisions regarding location, process type, facility layout, capacity, sequencing, inventories, quality, safety, and digitalization. Designed for courses in Production and Operations Management, the case aims to develop students' ability to formulate coherent recommendations, work with incomplete information, make assumptions explicit, and assess the cross-effects of decisions made before the start of operations.

Keywords: Operations management. Production process. Facility layout. Production capacity. Inventory management.

1 O CASO

Às sete e vinte da manhã, Juarez C. G. Orvailler já havia redesenhado três vezes o esquema da futura fábrica. Na primeira folha, as operações se sucediam em linha, como se cada estrutura de madeira pudesse avançar sem interrupção até se transformar em um estofado pronto. Na segunda, os equipamentos estavam agrupados por especialidade: corte, costura, espumas, montagem e acabamento. Na terceira, ele tinha tentado combinar as duas ideias, preservando setores técnicos compartilhados e aproximando as etapas finais em um fluxo mais contínuo. Nenhum desenho lhe parecia suficientemente convincente.

Às oito horas, ele se reuniu com o pai, com o responsável pelo projeto da edificação e com a consultoria que o apoiava. A prefeitura aguardava uma manifestação sobre o terreno oferecido no distrito industrial, e o projetista precisava conhecer a lógica da operação antes de avançar na definição do prédio. Juarez compreendia que não bastava posicionar máquinas em um retângulo de 70 metros de frente por 120 metros de profundidade. As decisões tomadas naquele momento condicionariam investimentos, movimentação interna, estoques, segurança, capacidade e possibilidade de crescimento por muitos anos.

Aos 32 anos, Juarez havia concluído o bacharelado em Administração e um MBA em Produção e Operações. Durante mais de cinco anos, havia trabalhado com o pai em uma fábrica de dobra de aço, acompanhando diferentes áreas da gestão e observando como problemas aparentemente pequenos no chão de fábrica podiam transformar-se em atrasos, retrabalho e custos elevados. A experiência não o tornava especialista em estofados, mas lhe dera convicção de que a nova empresa não deveria nascer baseada apenas em improvisação.

Seu projeto consistia em produzir estofados em quantidade para abastecer lojas que atendessem consumidores sensíveis a preço, mas exigentes quanto à durabilidade, ao acabamento e ao prazo de entrega. A proposta comercial dependia de custos controlados, padrões de qualidade consistentes e capacidade de resposta. O portfólio inicial teria quatro produtos: estofado de dois lugares, estofado de três lugares, poltrona e cadeira estofada. Um levantamento preliminar apresentou os volumes de referência indicados no Quadro 1.

Quadro 1 – Volumes de referência do portfólio inicial

Produto	Quantidade de referência
Estofado de dois lugares	180
Estofado de três lugares	120
Poltrona	260
Cadeira estofada	280
Total	840

Fonte: elaborada pelos autores para fins didáticos.

A consultoria de mercado ainda precisava consolidar a periodicidade, a sazonalidade, o mix por acabamento e a margem de erro das estimativas, mas os números já eram usados para avaliar o porte da operação.

A oferta do município de Cruzeiro do Sul/RS parecia, à primeira vista, favorável. O terreno era plano, retangular, possui ângulos retos, rua pavimentada e acesso à RST-453, rodovia que conectava Lajeado a Venâncio Aires. O comodato reduziria a imobilização de capital, e a prefeitura garantiu que haveria água, energia elétrica e articulação com uma instituição financeira para apoiar empresas instaladas no distrito industrial. Além disso, a serraria terceirizada que forneceria as peças de madeira estava situada a menos de 30 quilômetros, condição que poderia reduzir tempos de reposição e necessidade de grandes estoques desse insumo.

Entretanto, a visita ao local ocorreu em uma tarde de fevereiro marcada por calor intenso, umidade elevada e formação de tempestades. Juarez conhecia os transtornos que eventos climáticos poderiam provocar no Vale do Taquari. A informação de que o terreno era plano não respondia às perguntas sobre drenagem, cota de inundação, escoamento pluvial, resistência dos acessos, continuidade do fornecimento de energia ou proteção das áreas de carga, descarga e armazenamento. O comodato também exigia exame jurídico: prazo, metas de implantação, obrigações de investimento e condições de reversão. Aceitar o terreno sem essas verificações poderia substituir um custo conhecido por riscos futuros menos visíveis.

O próprio processo produtivo ainda estava sendo estruturado. As estruturas internas seriam montadas com peças de madeira previamente cortadas pela serraria. Essas peças chegariam em lotes e seriam acondicionadas em prateleiras móveis. Treze mesas de montagem utilizariam pistolas pneumáticas, ferramentas e gabaritos. Depois da montagem, as estruturas seguiriam para a colocação de espumas e para a estofaria.

As espumas seriam adquiridas em blocos de um metro por um metro por dois metros. Uma máquina de corte produziria componentes de diferentes dimensões para cada modelo. Os resíduos poderiam ser moídos, misturados a fibras e utilizados no enchimento de partes almofadadas. O projeto inicial sugeria estoque mínimo de 50 blocos de espuma e 50 rolos de fibra, mas Juarez não sabia se esses números refletem consumo, prazo de reposição e risco de ruptura ou se eram apenas estimativas conservadoras.

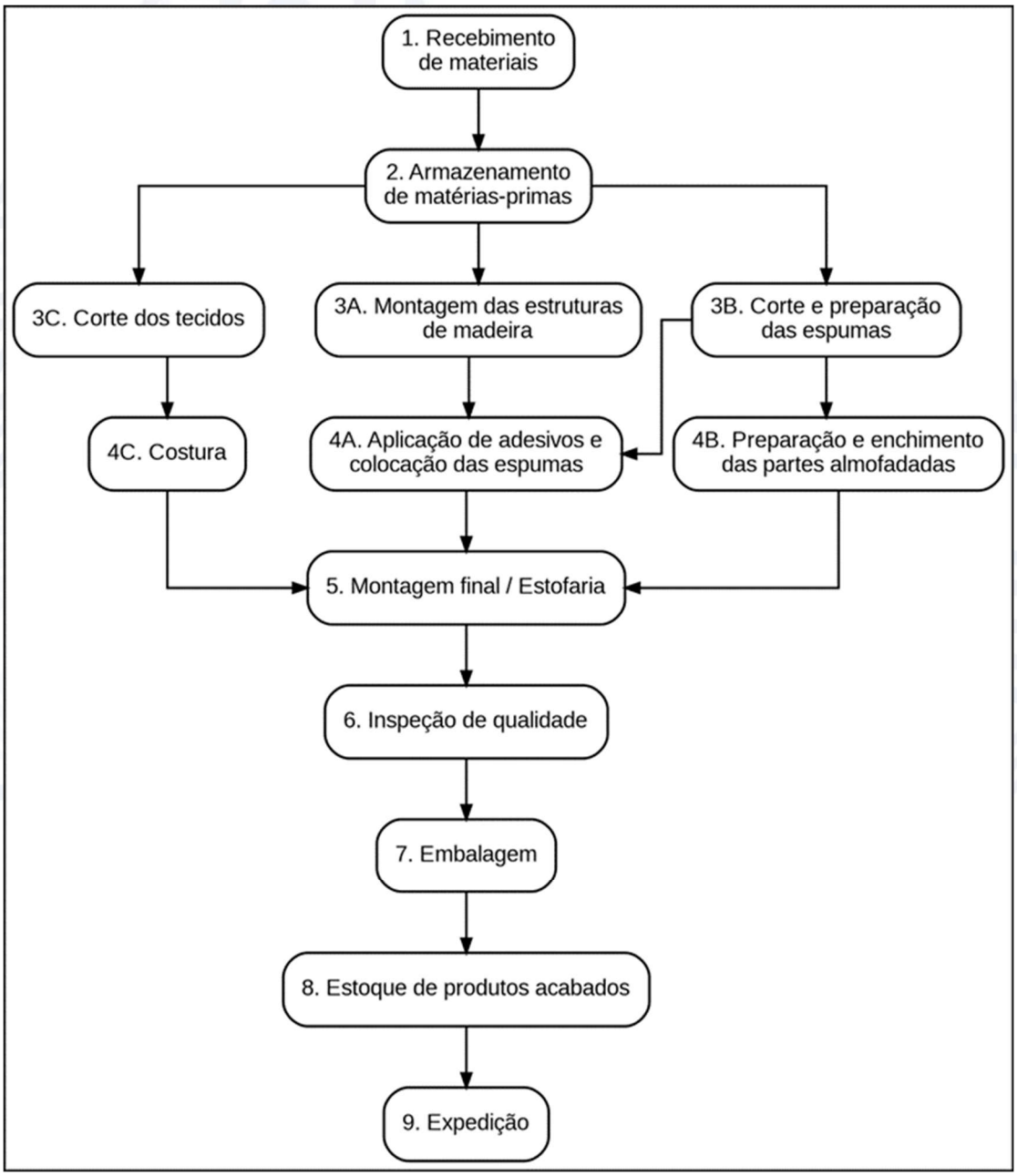
O tecido seria desenrolado sobre duas mesas de corte, em sistema de enfesto, e processado com moldes específicos. As peças cortadas seguiriam para 16 máquinas de costura, acompanhadas por mesas auxiliares em formato de “L”. Como as bobinas ocupavam área considerável e o projeto previa capacidade de armazenamento para pelo menos 200 unidades, uma política de estoque inadequada poderia consumir espaço antes mesmo de a fábrica iniciar a produção.

Na montagem final, 15 postos reuniriam estrutura, espumas, capas costuradas e partes almofadadas. Depois disso, o produto passaria por inspeção, proteção das quinas, embalagem, estoque de acabados e expedição. O fluxo parecia linear quando resumido em poucas palavras, mas na prática continha três frentes de preparação parcialmente paralelas — madeira, espumas e tecidos — que precisavam convergir

no momento correto para a montagem dos estofados. Se uma capa costurada atrasasse, a estrutura poderia ter de aguardar. Se o setor de espuma produzisse antecipadamente, surgiriam estoques intermediários volumosos. Se a montagem final operasse mais rapidamente que a inspeção e a embalagem, os sofás ocupariam corredores e áreas de circulação.

A Figura 1 representa o fluxo simplificado que Juarez e a consultoria haviam elaborado. O desenho não pretendia substituir o detalhamento futuro, mas evidenciava a necessidade de coordenar operações compartilhadas, sincronizar componentes e definir pontos de controle.

Figura 1 – Fluxo simplificado do processo de fabricação de estofados



Fonte: elaborada pelos autores.

A relação preliminar de recursos (Quadro 2) reforçava a complexidade. Além das 13 mesas de montagem estrutural e das 16 máquinas de costura, estavam previstas quatro cabines para aplicação de adesivos com exaustão, uma máquina de corte de espumas, uma máquina para moagem dos resíduos, um equipamento para enchimento, duas mesas de corte de tecidos, 15 mesas de estofaria, três mesas para controle final e duas mesas de embalagem. A fábrica ainda necessitaria de empilhadeira, paleteiras, compressores, rede aérea de ar comprimido, docas, corredores, manutenção, sanitários, vestiários, administração, depósito de inflamáveis, áreas para resíduos e estacionamento.

Quadro 2 – Recursos produtivos considerados no projeto preliminar

Etapa ou setor	Recursos principais	Quantidade indicada
Estrutura de madeira	Mesas de montagem e prateleiras móveis	13 mesas; 40 prateleiras
Adesivação	Cabines com exaustão	4 cabines
Espumas	Corte, moagem e enchimento	1 equipamento de cada tipo
Tecidos	Mesas de corte e suportes de bobinas	2 mesas; 2 suportes
Costura	Máquinas e mesas auxiliares	16 máquinas; 16 mesas
Montagem final	Mesas de estofaria	15 mesas
Controle e embalagem	Mesas de inspeção e embalagem	3 mesas; 2 mesas
Movimentação	Empilhadeira e paleteiras	1 empilhadeira; paleteiras a definir

Fonte: elaborada pelos autores com base no material didático que originou o caso.

O pai de Juarez defendia uma configuração mais repetitiva. Para ele, a empresa deveria aproveitar a semelhança entre os produtos, limitar variações e organizar um fluxo progressivo. Uma esteira transportadora poderia movimentar as estruturas montadas, e os postos se especializariam em tarefas mais delimitadas. A lógica prometia ritmo, padronização e controle. Juarez, porém, lembrava que um sofá de três lugares, uma poltrona e uma cadeira não exigiriam exatamente os mesmos tempos e componentes. Mudanças de tecido, moldes e espumas poderiam dificultar o balanceamento, e uma falha em um ponto crítico teria efeito sobre toda a sequência.

A alternativa celular parecia mais flexível. Células poderiam ser organizadas por famílias de produtos ou por conjuntos de operações, aproximando atividades e ampliando a responsabilidade das equipes. A solução reduziria algumas transferências, mas exigiria trabalhadores mais versáteis e poderia provocar duplicação de apoios. Máquinas de grande porte, como a de corte de espumas, continuariam compartilhadas. Se a demanda das famílias variasse, uma célula poderia ficar sobrecarregada enquanto outra iria permanecer ociosa.

Uma configuração híbrida também passou a integrar as discussões, sem que houvesse consenso sobre sua superioridade. As operações tecnicamente concentradas — recebimento, armazenamento, corte de tecidos, costura e

preparação das espumas — poderiam permanecer em áreas funcionais. A montagem estrutural e a estofaria poderiam ser organizadas em fluxo mais linear ou em células por família. Inspeção, embalagem, estoque final e expedição seguiriam em sequência. A proposta poderia equilibrar especialização e fluidez, mas sua adequação dependeria dos tempos de operação, da variedade efetiva, do compartilhamento dos recursos e da definição dos pontos de transição, dos estoques intermediários e das responsabilidades pela programação.

A escolha do leiaute não resolvia, por si só, o tipo predominante de processo. Os quatro produtos iriam compartilhar materiais e etapas, mas apresentariam diferenças de dimensões, tempos e combinações de acabamento. Juarez precisava saber quanto da variedade seria mantida, quais componentes poderiam ser padronizados e que tamanhos de lote seriam economicamente viáveis. Sem essas definições, classificar a operação como produção em lotes ou aproximá-la de um fluxo repetitivo seria apenas uma hipótese; reposicionar para unidades altamente personalizadas alteraria a própria proposta comercial.

Também seria necessário estabelecer como as ordens entrariam em produção. Liberá-las pela ordem de chegada seria simples, mas poderia ignorar diferenças de cobertura e urgência. Priorizar prazos de reposição aproximaria a produção das necessidades do estoque, embora aumentasse mudanças de prioridade. Agrupar itens que utilizassem tecidos, moldes ou componentes semelhantes reduziria preparações, mas poderia postergar outros produtos. A decisão exigiria dados confiáveis e uma regra compreensível para compras, produção e vendas.

O dimensionamento da capacidade permanecia ainda mais incerto. Os volumes de referência não informavam os tempos de processamento por operação, o período exato da demanda, a eficiência esperada, as perdas, o absenteísmo, as paradas ou a sazonalidade. Juarez poderia instalar capacidade próxima da demanda média, manter recursos flexíveis para absorver variações ou preparar a infraestrutura para futuras ampliações sem adquirir imediatamente todos os equipamentos. Qualquer cálculo preciso, naquele momento, produziria apenas uma aparência de exatidão.

A política de estoques também permanecia aberta. Uma postura conservadora protegeria a operação contra atrasos de fornecedores, mas imobilizaria capital e área do almoxarifado. Uma política enxuta liberaria recursos, porém aumentaria a vulnerabilidade a falhas de reposição. Madeira, espuma, tecidos, componentes, produtos em processo e estofados acabados não apresentavam o mesmo valor, volume físico, prazo de reposição ou risco de obsolescência. Os números sugeridos para espuma, fibra e bobinas precisariam ser confrontados com consumo, variabilidade, nível de serviço e espaço disponível.

Juarez não pretendia delegar a qualidade apenas às três mesas de inspeção final. Uma estrutura montada fora de esquadro poderia ser ocultada por espuma e tecido; uma costura defeituosa descoberta depois da montagem geraria retrabalho caro; uma aplicação irregular de adesivo poderia comprometer o produto após a entrega. Ainda faltava definir quais características seriam verificadas em cada etapa, quem teria autoridade para interromper o fluxo, que registros seriam mantidos e como

a empresa trataria não conformidades, desperdícios, retrabalho e devoluções sem criar uma burocracia incompatível com uma organização nascente.

A mesma prudência valia para o uso dos conceitos de Indústria 4.0. Juarez se interessava por rastreabilidade, sensores, painéis em tempo real e automação, mas não sabia quais aplicações gerariam valor na fase inicial. Ordens eletrônicas, identificação de materiais e controle informatizado de estoques exigiriam investimentos e disciplina de dados; sensores e automação física demandariam processos mais estáveis, competências técnicas e manutenção. A equipe deveria estabelecer prioridades, critérios de retorno e condições para ampliar a digitalização, evitando tanto automatizar desperdícios quanto adiar indefinidamente recursos capazes de melhorar visibilidade e controle.

Juarez olhou novamente os três desenhos sobre a mesa. A decisão sobre o terreno estava ligada ao projeto da edificação. O projeto dependia do leiaute. O leiaute dependia do processo, da capacidade, dos estoques e do fluxo. O fluxo influenciava qualidade, mão de obra, movimentação e automação. Tratar cada decisão separadamente poderia produzir uma fábrica composta por soluções localmente corretas, mas incompatíveis entre si.

Juarez sabia, contudo, que não estava limitado às três configurações desenhadas nem às alternativas inicialmente discutidas. Poderia combinar soluções, planejar uma implantação por etapas, rever o portfólio, recomendar a aceitação condicionada ou até a recusa do terreno, desde que explicitasse os efeitos técnicos, econômicos e estratégicos de sua decisão.

Poucos minutos antes da reunião, ele escreveu no quadro a pergunta que orientaria o trabalho da equipe: considerando o terreno disponível, os quatro produtos, os volumes de referência, a produção para estoque e os recursos previstos, qual configuração integrada de operações deveria orientar a implantação da fábrica com custo controlado, flexibilidade suficiente, qualidade consistente, segurança e possibilidade de crescimento? A recomendação precisaria explicar não apenas o que fazer, mas também quais premissas estavam sendo assumidas, quais riscos permaneceriam e quais informações deveriam ser obtidas antes de comprometer o investimento. O quadro 3 reúne os dados que Juarez possuía e as principais lacunas que ainda precisariam ser enfrentadas. Ele pode ser utilizado pelos estudantes como apoio para separar fatos, hipóteses e informações adicionais necessárias.

Quadro 3 – Informações disponíveis antes da reunião

Dimensão	Informação disponível	Questão ainda não resolvida
Terreno	Área de 70 m × 120 m, formato regular, rua pavimentada, água, energia e comodato.	Condições jurídicas, drenagem, cota, acesso de caminhões, licenciamento e expansão.
Portfólio	Quatro produtos e volume total de referência de 840 unidades.	Periodicidade, sazonalidade, mix por tecido e margem de erro da previsão.
Processo	Etapas comuns de madeira, espuma, tecido, costura, montagem, inspeção e embalagem.	Classificação predominante, grau de padronização e tamanho dos lotes.
Recursos	Quantidades preliminares de mesas, máquinas, cabines e equipamentos de movimentação.	Tempos padrão, produtividade, setups, indisponibilidade e gargalos.

Estoques	Referências de 50 blocos de espuma, 50 rolos de fibra e espaço para 200 bobinas.	Consumo, lead time, variabilidade, ponto de pedido e custo de armazenagem.
Qualidade	Previsão de inspeção final e pontos críticos identificáveis ao longo do fluxo.	Padrões, responsáveis, indicadores, registros e tratamento das causas.
Tecnologia	Interesse em digitalização, rastreabilidade e automação seletiva.	Prioridades, retorno do investimento, competências e governança dos dados.

Fonte: elaborada pelos autores.

2 NOTAS DE ENSINO

2.1 Síntese, natureza e fonte do caso

O caso apresenta um conjunto integrado de decisões de operações relacionadas à implantação de uma fábrica de estofados. Seu núcleo não é encontrar uma resposta única, mas construir uma recomendação coerente entre localização, processo, arranjo físico, capacidade, sequenciamento, estoques, qualidade, segurança e tecnologia. O caso é inteiramente ficcional e foi elaborado para fins educacionais a partir de um material didático de um componente curricular de Produção e Operações. O uso de municípios, rodovias e características territoriais reais serve apenas à ambientação; não representa fatos, ofertas ou compromissos efetivamente assumidos por órgãos públicos ou empresas. Todos os personagens e acontecimentos são fictícios.

As alternativas apresentadas nestas notas não devem ser compreendidas como respostas fechadas, hierarquizadas a priori ou necessariamente excludentes. Elas representam caminhos analíticos que podem emergir da discussão. Outras soluções podem ser consideradas adequadas quando forem coerentes com os dados do caso, explicitarem as premissas adotadas e demonstrarem como processo, capacidade, sequenciamento, estoques, leiaute, qualidade, segurança e tecnologia se articulam. O docente deve avaliar a consistência da argumentação, e não a coincidência da resposta com uma alternativa previamente esperada.

2.2 Aplicação recomendada e objetivos educacionais

A aplicação é recomendada para cursos de graduação em Administração, Engenharia de Produção, Gestão Industrial e áreas correlatas. Pode ser utilizada em Administração da Produção e Operações, Planejamento e Controle da Produção, Gestão de Estoques, Gestão da Qualidade, Projeto de Instalações, Logística, Estratégia de Operações, Empreendedorismo e Processo Decisório. Em cursos de pós-graduação, o docente pode exigir cenários quantitativos adicionais, cálculos de capacidade, análise econômica e representação detalhada do leiaute. Recomenda-se que os estudantes já tenham estudado a relação volume-variedade, tipos de processo, arranjos físicos, capacidade, programação, estoques, qualidade e fundamentos de segurança operacional. O suporte bibliográfico para esses conteúdos é apresentado na seção seguinte.

Ao final da atividade, espera-se que os estudantes sejam capazes de analisar a relação volume-variedade e classificar o processo predominante; diferenciar tipo de processo e arranjo físico; reconhecer a interdependência entre capacidade, sequenciamento, estoques e fluxo; decidir sob informação incompleta; formular

políticas operacionais compatíveis com as restrições de espaço e capital; propor controles preventivos de qualidade e segurança; avaliar trajetórias realistas de digitalização; explicitar premissas e limitações (Quadro 4); e defender uma recomendação gerencial integrada.

Quadro 4 – Objetivos educacionais e evidências esperadas

Objetivo educacional	Evidência esperada na análise
Analisar processo e arranjo físico	Comparação fundamentada entre alternativas de processo e leiaute, considerando volume, variedade e recursos compartilhados.
Integrar decisões de operações	Coerência entre processo, capacidade, sequenciamento, estoques, leiaute, qualidade, segurança e tecnologia.
Decidir sob informação incompleta e avaliar riscos	Premissas explícitas, cenários, identificação de dados faltantes e reconhecimento de riscos climáticos, jurídicos e operacionais.
Propor implantação gradual e defender a recomendação	Definição de prioridades, gatilhos de expansão e argumentação baseada nos dados do caso e nos efeitos cruzados das escolhas.

Fonte: elaborada pelos autores para as notas de ensino.

2.3 Referencial conceitual para aplicação

A análise da relação entre volume, variedade, tipos de processo, arranjos físicos, capacidade e qualidade pode ser conduzida a partir de Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), Paladini (2019). Martins e Laugeni (2012) e Jacobs e Chase (2012) oferecem suporte às decisões de projeto do sistema produtivo, capacidade, localização e leiaute. Corrêa e Corrêa (2019) e Tubino (2017) fundamentam a discussão sobre planejamento e controle da produção, formação de lotes, sequenciamento, estoques e sincronização dos fluxos. Sacomano *et al.* (2018) permitem problematizar a adoção de tecnologias digitais e automação, evitando reduzir a Indústria 4.0 à aquisição isolada de equipamentos. As obras devem orientar a formulação de alternativas e a avaliação dos *trade-offs*, sem substituir o uso crítico das informações e lacunas apresentadas no caso.

2.4 Preparação e plano de aula

Recomenda-se leitura prévia individual. Antes da aula, cada estudante deve identificar a decisão central, três informações que considera suficientes para uma recomendação preliminar e três dados ausentes que podem alterar a conclusão. Em sala, os grupos podem ser organizados para defender inicialmente configurações distintas e, após o debate, revisar suas posições. A defesa inicial não deve converter as alternativas em escolhas fechadas: ao final, os estudantes podem combinar soluções, propor implantação por etapas ou condicionar a decisão a informações adicionais (Quadro 5).

Quadro 5 – Sequência sugerida para aplicação em aula

Etapa	Atividade	Tempo
Abertura	Retomada do dilema e das informações centrais	10 min
Diagnóstico	Identificação de dados disponíveis, ausentes e premissas	15 min
Análise em grupos	Formulação de uma configuração integrada de operações	35 min
Defesa	Apresentação das propostas e questionamento cruzado	30 min
Revisão	Grupos ajustam a recomendação após o debate	15 min
Fechamento	Síntese conceitual e discussão dos trade-offs	15 min
Total		120 min

Fonte: elaborada pelos autores para as notas de ensino.

2.5 Questões para discussão e alternativas de análise

O quadro 6 reúne alternativas que podem emergir da discussão e apoia a comparação de seus efeitos. Não estabelece uma solução superior nem converte o caso em uma questão de múltipla alternativa.

Quadro 6 – Alternativas decisórias que podem emergir da análise do caso

Dimensão	Alternativas que podem emergir
Localização	Aceitação; aceitação condicionada à mitigação dos riscos; recusa do terreno; outra solução fundamentada.
Processo produtivo	Produção em lotes; fluxo repetitivo com padronização; maior customização e baixos volumes; outra classificação consistente.
Sequenciamento	Ordem de liberação; menor tempo de processamento; data-alvo; janelas por família; regra combinada.
Capacidade	Demanda média; recursos flexíveis; infraestrutura preparada para crescimento; capacidade-base com gatilhos de expansão.
Estoques	Política conservadora; política enxuta; diferenciação por criticidade; políticas distintas por estágio do fluxo.
Arranjo físico	Leiaute funcional; celular; híbrido; configuração própria baseada em fluxo, segurança e expansão.
Qualidade e segurança	Inspeção final; prevenção no processo; sistema integrado; controles de circulação, exaustão, inflamáveis e ergonomia.
Tecnologia e digitalização	Digitalização inicial; automação seletiva; sensores e integração progressiva de dados.

Fonte: elaborada pelos autores com base no material didático que originou o caso.

1. A área oferecida pelo município deve ser aceita? Quais condições precisam integrar a decisão?

Não há uma resposta superior independentemente das premissas. A aceitação por custo e infraestrutura, a aceitação por vantagens logísticas, a aceitação condicionada à mitigação de riscos e a recusa do terreno podem ser defendidas em condições distintas. As vantagens econômicas e logísticas — comodato, infraestrutura, pavimentação, acesso rodoviário e proximidade do fornecedor de madeira — são relevantes, mas precisam ser comparadas com o regime jurídico do comodato, a capacidade de energia, a drenagem, a cota do terreno, o acesso de caminhões, o licenciamento, a disponibilidade de mão de obra, a proteção de estoques, os seguros e a possibilidade de expansão. O docente deve valorizar respostas que diferenciem benefício imediato de custo total, apresentem

contramedidas e indiquem quais dados sustentariam a decisão. A recusa é plenamente defensável quando as restrições ou os custos de adequação superarem as vantagens, desde que resulte de comparação fundamentada com alternativas reais, e não de aversão genérica ao risco.

2. Qual tipo predominante de processo e qual configuração de arranjo físico são mais adequados?

A produção em lotes constitui uma alternativa defensável, porque há produtos semelhantes, volume relevante e variedade moderada de modelos, tecidos, espumas e componentes; sua adequação, contudo, depende da frequência das mudanças e do grau de padronização efetivamente adotado. Um processo mais repetitivo pode ser defendido quando o grupo assume forte padronização, estabilidade e baixa variabilidade. Uma configuração de maior customização exige reposicionamento para baixos volumes e pedidos específicos, afastando-se da proposta inicial. Para o arranjo físico, a configuração híbrida é plausível porque combina áreas funcionais para recursos compartilhados com fluxo progressivo ou células na montagem e no acabamento; não é, porém, obrigatoriamente superior. Um leiaute funcional pode ser adequado quando o compartilhamento e a especialização predominarem, enquanto células podem ser preferíveis diante de famílias estáveis e equipes multifuncionais. O docente deve distinguir tipo de processo, arranjo físico e lógica de programação. A relação entre volume, variedade, processo e leiaute pode ser fundamentada em Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) e Martins e Laugeni (2012).

3. Como Juarez deveria dimensionar a capacidade e sequenciar as ordens?

Os volumes apresentados não permitem calcular uma capacidade exata. Faltam periodicidade, tempos padrão, *setups*, eficiência, perdas, disponibilidade, turnos e sazonalidade. A análise deve trabalhar com cenários e prever gatilhos de ajuste. Uma capacidade próxima da demanda média pode ser adequada quando a procura e o abastecimento forem estáveis; folga estrutural ou recursos flexíveis podem ser preferíveis diante de sazonalidade e incerteza; e uma infraestrutura preparada para expansão pode ser justificável quando o potencial de crescimento superar o custo da ociosidade inicial.

Para o sequenciamento, ordem de liberação, menor tempo de processamento, data-alvo, janelas por família e regras combinadas podem ser defendidos. A escolha deve mostrar efeitos sobre *setups*, *lead time*, cobertura de estoque, gargalos, estabilidade da programação e utilização dos recursos. Martins e Laugeni (2012), Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) e Tubino (2017) oferecem suporte conceitual para essa análise.

4. Que política de estoques é coerente com a produção para estoque e com as limitações de espaço e capital?

Políticas conservadoras, enxutas ou diferenciadas por criticidade e variabilidade podem ser defendidas em condições distintas. Uma política conservadora pode ser coerente quando a interrupção for muito onerosa e os

fornecedores pouco confiáveis; uma política enxuta pode ser adequada quando houver reposição frequente, previsibilidade e proximidade.

Em qualquer alternativa, os estoques mínimos devem ser questionados e recalculados com consumo, prazo de reposição, variabilidade e nível de serviço. Para produtos em processo e acabados, devem ser considerados volume físico, tempo de atravessamento, envelhecimento de modelos e custo financeiro. Classificação ABC associada à criticidade, ponto de pedido, estoque de segurança e sistemas de revisão são instrumentos possíveis, não respostas obrigatórias. A discussão pode ser apoiada em Tubino (2017) e Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023).

5. Como a qualidade e a segurança devem ser incorporadas ao fluxo e quais indicadores merecem prioridade?

A inspeção final isolada possui a vantagem da simplicidade e pode funcionar como barreira antes da expedição, mas tende a detectar falhas quando o custo de retrabalho já é elevado. A prevenção combina padronização, treinamento e controles durante o processo; um sistema integrado acrescenta critérios para fornecedores, inspeção de recebimento, validação de primeiro item, registros de não conformidade e análise de causas. Pontos críticos de qualidade incluem madeira, dimensões da espuma, tecido, costura, aplicação de adesivo, peso das almofadas, esquadro da estrutura e acabamento. Os indicadores podem abranger retrabalho, refugo, desperdício, não conformidades por etapa, devoluções, eficiência de primeira passagem, incidentes, quase acidentes e desvios de segurança. A implantação pode ser gradual e compatível com a maturidade da empresa. Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023) fundamentam a discussão sobre prevenção, conformidade e melhoria da qualidade.

A segurança deve ser incorporada ao leiaute e às rotinas, com separação entre pedestres e equipamentos de movimentação, exaustão nas cabines, armazenamento seguro de adesivos e inflamáveis, ergonomia dos postos e procedimentos de emergência.

6. Qual trajetória de Indústria 4.0 é compatível com uma empresa que está iniciando?

A resposta deve evitar tanto a sacralização da inovação quanto a rejeição genérica à tecnologia. A digitalização inicial pode priorizar ordens eletrônicas, identificação de materiais, controle de estoques, coleta de tempos e painéis simples. A automação seletiva pode concentrar recursos em gargalos ou pontos críticos de produtividade, qualidade e rastreabilidade; etapas posteriores podem acrescentar sensores e integração de dados. Nenhuma trajetória é superior a priori: a escolha depende do retorno esperado, da estabilidade dos processos, das competências, da infraestrutura e da governança de dados. O princípio central é evitar automatizar desperdícios ou processos ainda não compreendidos. Sacomano *et al.* (2018) oferecem base conceitual para avaliar tecnologias, integração e transformação dos sistemas produtivos.

2.6 Possível fechamento

O fechamento deve evidenciar que a fábrica não resulta da soma de decisões isoladas. A recomendação precisa demonstrar como processo, leiaute, capacidade, sequenciamento, estoques, qualidade, segurança e tecnologia se condicionam mutuamente. A melhor alternativa não é necessariamente a mais sofisticada, mas a que explicita premissas, reconhece limites, apresenta contramedidas e preserva capacidade de adaptação. Deve-se diferenciar decidir com informação incompleta, condição gerencial frequente, de decidir sem fundamento.

2.7 Atividade avaliativa complementar

Os grupos podem entregar um relatório executivo de até cinco páginas, acompanhado de uma representação gráfica do leiaute. O documento deve apresentar diagnóstico, alternativa recomendada, premissas, riscos, políticas de capacidade e estoques, regra de sequenciamento, controles de qualidade e segurança, trajetória de digitalização, informações adicionais necessárias e gatilhos de revisão. A avaliação deve valorizar a coerência do conjunto, e não a coincidência com uma configuração previamente esperada.

Quadro 6 – Critérios sugeridos para avaliação da atividade

Critério	Peso
Uso dos dados do caso	20%
Coerência entre as decisões	25%
Fundamentação conceitual	20%
Reconhecimento das limitações e dos riscos	15%
Viabilidade e possibilidade de implantação	15%
Clareza da apresentação	5%

Fonte: elaborada pelos autores para as notas de ensino.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. et al. Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

JACOBS, F. R; CHASE, R. B. Administração de operações e da cadeia de suprimentos. E-book. 13. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2012.

SACOMANO, José Benedito; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra da; BONILLA, Silvia Helena; SÁTYRO, Walter Cardoso (org.). Indústria 4.0: conceitos e fundamentos. São Paulo: Blucher, 2018.

PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; BURGESS, Nicola. Administração da produção. 10. ed. Barueri: Atlas, 2023.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.